

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 31 15 289 A 1**

⑤① Int. Cl. 3:  
C 12 F 1/00

②① Aktenzeichen:  
②② Anmeldetag:  
④③ Offenlegungstag:

P 31 15 289.9  
15. 4. 81  
27. 5. 82

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
17.04.80 US 141256

⑦① Anmelder:  
Stone & Webster Engineering Corp., 02107 Boston, Mass.,  
US

⑦④ Vertreter:  
Lorenz, E.; Seidler, B.; Seidler, M.; Gossel, H., Dipl.-Ing.;  
Philipps, I., Dr., Rechtsanw., 8000 München

⑦⑦ Erfinder:

Dahlstrom, Rodney A., 02048 Mansfield, Mass., US; Rubin,  
Jacob N., 02161 Newton Highlands, Mass., US

⑤④ **Verfahren zum Gewinnen von Alkohol.**

In dem Verfahren zum Gewinnen von Alkohol aus vergore-  
nem Gut werden von diesem vor seinem Einleiten in eine  
erste Destillationskolonne unlösliche organische Stoffe abge-  
trennt und zur Gewinnung von getrockneter Getreide-  
schlempe unter Druck getrocknet. Überschüssiger Dampf von  
der Trocknungsstufe wird zum Heizen der Destillationskolon-  
nen verwendet. In dem Verfahren wird ferner überschüssiger  
Wasserdampf, der in der Verdampfungsstufe infolge deren  
zusätzlicher Erhitzung durch Kopfdampf von der ersten Destil-  
lationskolonne erzeugt wird, von der Verdampfungsstufe  
abgezogen, verdichtet und dann den Destillationskolonnen  
und der Verdampfungsstufe zugeführt. (31 15 289)

25.01.82 3115289

- 18 -

NACHGEREICHT

Anspr. 1-16

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Gewinnen von Alkohol aus vergorenem Gut, das in einer ersten Destillationskolonne destilliert und dann in eine gelöste organische Stoffe enthaltende erste Rückstandsfraktion und eine unlösliche organische Stoffe enthaltende, zweite Rückstandsfraktion getrennt wird, worauf die erste Rückstandsfraktion in eine Verdampfungsstufe eingeleitet wird, die mindestens zwei aufeinanderfolgende, unter abnehmendem Druck arbeitende Verdampferzonen enthält, die erste Rückstandsfraktion nach der Behandlung in der Verdampfungsstufe in mindestens einer zusätzlichen Destillationskolonne destilliert wird und die zweite Rückstandsfraktion zur Gewinnung von getrockneter Getreideschlempe in eine Trocknungsstufe eingeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß
  - a) die zweite Rückstandsfraktion unter einem Druck getrocknet wird, der höher ist als der Druck im unteren Bereich der ersten Destillationskolonne und
  - b) ein unter Druck stehender Dampfstrom von der Trocknungsstufe in die erste Destillationskolonne eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trocknungsstufe unter einem Druck von 1,06 bis 4,99 bar betrieben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trockenstufe unter einem Druck von 2,49 bis 3,92 bar betrieben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Trocknungsstufe ein Dampfrohrrockner mit mindestens zwei Trockenrohren verwendet und mit Dampf unter einem Druck von etwa 9,62 bis 12,84 bar geheizt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des unter Druck stehenden Dampfstroms zu den zusätzlichen Destillierkolonnen abgezweigt wird.
6. Verfahren zum Gewinnen von Alkohol aus vergorenem Gut, das in einer ersten Destillationskolonne destilliert und dann in eine gelöste organische Stoffe enthaltende erste Rückstandsfraktion und eine unlösliche organische Stoffe enthaltende, zweite Rückstandsfraktion getrennt wird, worauf die erste Rückstandsfraktion in eine Verdampfungsstufe eingeleitet wird, die mindestens zwei aufeinanderfolgende, unter abnehmendem Druck arbeitende Verdampferzonen enthält, die erste Rückstandsfraktion nach der Behandlung in der Verdampfungsstufe in mindestens einer zusätzlichen Destillationskolonne destilliert wird und die zweite Rückstandsfraktion zur Gewinnung von getrockneter Getreideschlempe in eine Trocknungsstufe eingeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) das vergorene Gut in eine gelöste organische Stoffe enthaltende erste Fraktion und eine ungelöste organische Stoffe enthaltende zweite Fraktion geteilt wird,
  - b) die erste Fraktion in der ersten Destillationskolonne destilliert wird,
  - c) die zweite Fraktion in der Trocknungsstufe unter einem Druck getrocknet wird, der höher ist als der Druck im unteren Bereich der ersten Destillationskolonne und
  - d) ein unter Druck stehender Dampfstrom von der Trocknungsstufe zu der ersten Destillationskolonne geführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trocknungsstufe unter einem Druck von 1,06 bis 4,99 bar betrieben wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Trockenstufe unter einem Druck von 2,49 bis 3,92 bar betrieben wird.
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trocknungsstufe mit Dampf unter einem Druck von etwa 9,62 bis 12,84 bar geheizt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Trocknungsstufe ein Dampfrohrtrockner mit mindestens zwei Trockenrohren verwendet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des unter Druck stehenden Dampfstroms zu den zusätzlichen Destillierkolonnen abgezweigt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß
  - a) eine lösliche organische Stoffe enthaltende, wässrige Lösung von der ersten Destillationskolonne abgezogen und in der Verdampfungsstufe verdampft wird,
  - b) von einer der Verdampferzonen der Verdampfungsstufe Wasserdampf abgezogen wird und
  - c) dieser Wasserdampf verdichtet und ein Teil des verdichteten Wasserdampfes der unter dem höchsten Druck arbeitenden Zone der Verdampfungsstufe, ein zweiter Teil des verdichteten Wasserdampfes der ersten Destillationskolonne und ein dritter Teil den weiteren Destillationskolonnen zugeführt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der unter dem höchsten Druck arbeitende Zone der Verdampferstufe unter einem Druck von etwa 1,06 bis 3,20 bar und bei einer Temperatur von etwa 100 bis 135° C und die unter dem niedrigsten Druck arbeitende Zone der Verdampfungsstufe unter einem Druck von etwa 0,07 bis 1,43 bar und bei einer Temperatur von etwa 38 bis 110° C betrieben wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der von einer der Zonen der Verdampfungsstufe abgezogene Wasserdampf auf einen Druck verdichtet wird, der höher

26.01.83 115289

- 18 -  
5

ist als der Druck im unteren Bereich der ersten  
Destillationskolonne.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß  
der abgezogene Wasserdampf auf einen Druck von etwa  
1,43 bis 4,69 bar verdichtet wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Wasserdampf von einer Verdampferzone abgezogen wird,  
die unter einem niedrigeren Druck arbeitet als die unter  
dem höchsten Druck arbeitende Verdampferzone der Ver-  
dampfungsstufe.

MAKINGEIGHT

J. 1-14

35.01.82

3115289

6

71 011

STONE & WEBSTER, Boston, Massachusetts 02107/USA  
Engineering Corp.

---

### Verfahren zum Gewinnen von Alkohol

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gewinnen von Alkohol.

Es ist bekannt, zum Gewinnen von Alkohol eine vergorene Maische einer Reihe von Destillationsschritten zu unterwerfen. Der auf diese Weise gewonnene Alkohol wurde vorwiegend zur Herstellung von alkoholischen Getränken verwendet.

Seit einiger Zeit besteht nun angesichts der Energieknappheit ein beträchtliches Interesse an der Umwandlung von Biomasse in als Brennstoff verwendbaren Alkohol, der zum Erzeugen eines als "Gasohol" bezeichneten Brennstoffs mit bleifreiem Benzin vermischt werden kann. Als Brennstoff geeigneter Alkohol kann aus jedem Material erzeugt werden, das Cellulose, Stärke oder Zucker enthält. Beispielsweise werden in den Vereinigten Staaten von Amerika Mais und Weizen in großen Mengen erzeugt, die als Rohmaterial geeignet sind.

In der üblichen Arbeitsweise wird das als Rohmaterial verwendete Getreide gemahlen und dann mit frischem und mit im Kreislauf zurückgeführten Wasser verdünnt. Das so erhaltene

25.01.88

3115289

- 2 -  
7

Gemisch wird durch Einleiten von Direktampf auf 100 bis 149° C erhitzt ("gekocht"), um die Bildung einer Lösung einzuleiten und das Gemisch zu sterilisieren. Vor und nach dem Kochen werden der Lösung Enzyme zugesetzt, welche die komplexen Stärkemoleküle weiter abbauen und Stärke in Zucker umwandeln.

Danach wird die Lösung auf etwa 29 bis 82° C abgekühlt und einer Gärstufe zugeführt. In dieser wird Hefe zugesetzt und der Zucker in Alkohol und Kohlendioxid umgewandelt. Mit dieser satzweise durchgeführten Vergärung kann man eine Alkoholkonzentration im Bereich von etwa 7 bis 15 % erzielen. Man kann Alkohol von 95 Vol.% durch übliche Destillation und absoluten Alkohol (von über 99,5 %) durch azeotrope Destillation erhalten.

Aus der Gärstufe wird eine verdünnte wässrige Lösung abgezogen, die aus dem Getreide stammende, lösliche und unlösliche organische Substanzen, Fasern und Asche enthält. Diese Trübe wird dann in einer Verdampfungsstufe und einer Trocknungsstufe weiterbehandelt.

Die Verdampfung erfolgt in einem Mehrfachverdampfer mit mindestens zwei Verdampferzonen, in denen mit fortschreitend niedrigen Drücken und Temperaturen gearbeitet wird. Beispielsweise wird in der ersten Verdampferzone mit einem Druck von etwa 1.06 bis 3.20 bar und in der letzten Verdampferzone mit einem Druck von etwa 0,07 bis 1,43 bar gearbeitet. Der von der ersten Zone übergehende Dampf wird in die zweite Zone eingeleitet usw. Der Dampf von der letzten Zone kann kondensiert oder verdichtet und dann zu der ersten Verdampferzone zurückgeführt werden.



In dem letzten VXRfahrensschritt wird durch Trocknen eine getrocknete Getreideschlempe erhalten, die ein wertvolles Tierfutter darstellt. Es ist üblich, die zum Trocknen erforderliche Wärme in Form von Dampf unter einem Druck von 7,13 bis 17,85 bar oder von heißem Rauchgas zuzuführen. Die im Trockner anfallenden Dämpfe werden gewöhnlich mit Spülluft von dem trocknenden Korngut weg ins Freie geführt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun in der Schaffung eines Verfahrens, in dem zur Durchführung der verschiedenen Schritte zur Gewinnung von Alkohol in Brennstoffqualität weniger Fremdenergie zugeführt zu werden braucht, weil die in einem Schritt anfallende Überschußenergie in einem anderen Schritt verwertet wird. Es wird ferner ein Trennschritt durchgeführt, in dem von der Maische in ihr nach ihrem Vergären noch enthaltene unlösliche Stoffe abgetrennt werden, ehe die vergorene Maische der ersten Destillationskolonne zugeführt wird.

Zu diesem Zweck wird eine vergorene Maische mit 7 bis 15 Vol.-% Alkohol einer Trennstufe zugeführt. Die vergorene Maische ist eine verdünnte wässrige Trübe, die lösliche und unlösliche Fasern, Eiweißstoffe, Fette, nicht umgewandelte Stärke und Zuckerstoffe sowie Asche enthält, und wird in der Trennstufe zentrifugiert und gepreßt. Eine erste Fraktion mit dem größten Teil der löslichen Bestandteile, des Alkohols und des Wassers wird einer ersten Destillationskolonne zugeführt. Eine zweite Fraktion mit dem größten Teil der unlöslichen organischen Substanz und einer kleinen Menge Alkohol und Wasser wird einer unter Druck betriebenen Trocknungsstufe zugeführt, in welcher der unlösliche Anteil als getrocknete Getreideschlempe gewonnen

25.01.62

3115289

- 9 -

wird. Der in der Trocknungsstufe ebenfalls gewonnene Alkohol wird der ersten Destillationskolonne zugeführt.

Infolge der Abtrennung des faserigen Gutes vor der Destillation kann die erste Destillationskolonne rationeller arbeiten, weil sie weniger häufig zur Reinigung außer Betrieb genommen zu werden braucht.

Nach der Destillation wird ein Teil des Rückstandes zu der Kochstufe zurückgeführt, die auf diese Weise einen Teil der zum Kochen und Gären erforderlichen Wärme- und Wassermengen erhält. Der restliche Rückstand wird in eine Mehrfachverdampfungsstufe gebracht, die mindestens zwei Verdampferzonen besitzt, die unter fortschreitend niedrigen Temperaturen und Drücken arbeiten. Der Rückstand und der übergelassene Dampf aus der unter dem höchsten Druck arbeitenden Verdampferzone werden dem nächstfolgenden Bereich zugeführt.

In dem oder jeder unter niedrigerem Druck arbeitenden Verdampferzone wird die Trübe unter der Einwirkung des Kopfdampfes von der Destillationskolonne und der üblichen Fremdwärme verdampft. Diese Verdampferzone muß mit einer niedrigeren Temperatur und einem niedrigeren Druck betrieben werden als der obere Bereich der ersten Destillationskolonne. Der überschüssige Kopfdampf von dieser Verdampferzone wird einer Rückverdichtungsstufe zugeführt und in dieser mittels einer Gegendruck-Dampfturbine oder einer anderen Antriebseinrichtung verdichtet.

Der in der Rückverdichtungsstufe verdichtete Wasserdampf wird als Aufkocherdampf in den Destillationskolonnen ver-

wendet oder der unter dem höchsten Druck betriebenen Verdampferzone zugeführt. Man kann den von der Verdampfungsstufe abgezogenen und danach rückverdichteten Wasserdampf auch zum Aufheizen anderer Prozeßströme verwenden.

Die von der Trennstufe abgezogene zweite Fraktion der verdünnten wässrigen Trübe wird einer Trocknungsstufe zugeführt. Diese wird unter einem Überdruck betrieben und kann mit Dampf geheizt werden. Da die Trocknungsstufe unter einem Überdruck betrieben wird, kann der in ihr anfallende Dampf als Frischdampf oder als Heizdampf in den Destillationskolonnen verwendet werden.

Die Verwendung einer derartigen Trocknungsstufe ergibt gegenüber den üblichen Verfahren zwei Vorteile. Da ein beträchtlicher Teil des Dampfes nicht ins Freie abzieht, sondern zurückgeführt wird, kann der Wasserdampfverbrauch um 25 % vermindert werden. Ferner wird der in der wässrigen Trübe enthaltene Alkohol gewonnen, so daß faserige Feststoffe vor der ersten Destillationskolonne abgetrennt werden können und daher diese rationeller arbeiten kann.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung beschrieben, in der das Verfahren gemäß der Erfindung durch ein Fließschema dargestellt ist.

Das Korngut wird in einem dampfbeheizten Kocher 10 auf eine Temperatur von etwa 100 bis 149° C erhitzt. Die so erhaltene Lösung wird in der Leitung 11 dem Gärbehälter 12 zugeführt, in dem Hefe zugesetzt wird, die eine Umwandlung von Zucker in Alkohol und Kohlendioxid bewirkt. Auf diese Weise wird eine verdünnte Lösung von 7 bis 15 Vol.% Alkohol erhalten, die lösliche und unlösliche organische Substanzen,

Fasern und Asche enthält und in der Leitung 13 einem Sammelbehälter 14 zugeführt wird.

Dann gelangt die Lösung in die Trennstufe 15 und wird dort mittels der Zentrifuge 16 und der Presse 17 mechanisch getrennt. Eine erste Fraktion der Trübe mit dem größten Teil der löslichen Bestandteile, des Alkohols und des Wassers wird in der Leitung 18 abgezogen und mit einem von der Zentrifuge 16 kommenden Strom ähnlicher Beschaffenheit vereinigt. Das Gemisch wird bei 19 auf eine Temperatur von mindestens 32° C erhitzt, ehe es über die Leitung 20 der Destillationskolonne 22 zugeführt wird.

Der untere Bereich der ersten Destillationskolonne 22 wird mit einer Temperatur von etwa 100 bis 149° C vorzugsweise von 118 bis 127° C, und unter einem Druck von etwa 1,06 bis 4,28 bar vorzugsweise 1,78 bis 2,49 bar betrieben. Da die unlöslichen organischen Stoffe vor dem Eintritt in die Destillationskolonne abgetrennt worden sind, wird diese nicht so schnell verschmutzt, so daß sie rationeller arbeiten kann.

Der in der Destillationskolonne 22 anfallende Rückstand besteht aus einer heißen wässrigen Lösung von vorwiegend löslichen organischen Substanzen. Ein Teil dieser Lösung wird über die Leitung 23 in den Kocher 10 eingeleitet, um diesem Wärme für das Kochen und Vergären zuzuführen. Der größte Teil der Lösung gelangt über die Leitung 24 in den Mehrfachverdampfer 25.

Der Verdampfer enthält mindestens zwei Verdampferzonen, die unter fortschreitend niedrigeren Drücken arbeiten. In der Zeichnung sind fünf Verdampferzonen 26 bis 30 gezeigt. Über die Leitung 24 gelangt die Lösung in die Verdampfer-

zone 26, die unter dem höchsten Druck von etwa 1,06 bis 3,20 bar und bei einer Temperatur von etwa 100 bis 135° C arbeitet. Der als Kopfdampf von der Verdampferzone 26 erhaltene Wasserdampf wird in der Leitung 31 geführt und mit Kondensat aus der Leitung 32 gemischt. Das Gemisch gelangt über die Leitung 33 in die Verdampferzone 27. Der in der Verdampferzone 26 anfallende Rückstand besteht aus Feststoffen und einer kleinen Wassermenge und wird über die Leitung 34 ebenfalls der Verdampferzone 27 zugeführt. Diese Vorgänge werden bei jeder nachgeschalteten Verdampferzone wiederholt.

Die Verdampferzonen 27 bis 30 arbeiten mit unterschiedlichen Temperaturen und Drücken, die nur zwei Begrenzungen unterliegen. Erstens muß jede nachgeschaltete Verdampferzone unter einem niedrigeren Druck und bei einer niedrigeren Temperatur arbeiten als die vorhergehende Verdampferzone. Zweitens muß die den Kopfdampf von der Destillationskolonne 22 erhaltende Verdampferzone bei einer niedrigeren Temperatur und unter einem niedrigeren Druck arbeiten als der obere Bereich der Destillationskolonne. Die letzte Verdampferzone arbeitet beispielsweise bei einer Temperatur von etwa 38 bis 110° C und unter einem Druck von etwa 0,07 bis 1,43 bar.

Gemäß der Figur 1 erhält die vierte Verdampferzone 29 über die Leitung 67 überschüssigen Wasserdampf in Form von Kopfdampf von dem oberen Bereich der Destillationskolonne 22. Dieser obere Bereich arbeitet bei einer Temperatur von etwa 77 bis 99° C vorzugsweise etwa 88 bis 91° C und unter einem Druck von etwa 1,06 bis 2,14 bar, vorzugsweise etwa 1,57 bis 1,86 bar. Die vierte Verdampferzone 29 muß bei einer niedrigeren Temperatur und unter einem niedrigeren Druck

arbeiten als der obere Bereich der Destillationskolonne 22.

Die vierte Verdampferzone erhält ferner Kopfdampf von einer Wasserfreidestillierstufe 47. Diese Stufe 47 kann eine Wasserfreidestillierkolonne und einen Benzolturm enthalten. Rückfluß von der vierten Verdampferzone wird über die Leitung 46 der Wasserfreidestillierstufe zugeführt.

Der aus Wasserdampf unter niedrigem Druck bestehende Kopfdampf von der Verdampferzone 29 wird über die Leitungen 35 und 36 geführt. Ein Teil dieses Wasserdampfes geht über die Leitung 37 zu dem Wärmeaustauscher 19, in dem er die der Trennstufe 15 entnommene Lösung aufheizt, ehe sie in die Destillationskolonne 22 eingeleitet wird. Der restliche Kopfdampf von der Verdampferzone 29 wird in die Rückverdichtungsstufe 38 geleitet. Der Rückverdichtungsstufe kann Wasserdampf von jeder Verdampferzone zugeführt werden; sie erhält jedoch vorzugsweise den Wasserdampf von einer unter niedrigerem Druck arbeitenden Verdampferzone.

In der Rückverdichtungsstufe 38 wird der in der vierten der Verdampferzone 29 infolge der Erhitzung gebildete, überschüssige Wasserdampf mittels der Gegendruck-Dampfturbine 39 oder einer anderen üblichen Antriebseinrichtung auf einen Druck verdichtet, der höher ist als der Druck im unteren Bereich der Destillationskolonne 22, im allgemeinen auf einen Druck von etwa 1,43 bis 4,63 bar, vorzugsweise von etwa 1,78 bis 2,49 bar.

Dem verdichteten Wasserdampf wird über die Leitung 58 weiterer Wasserdampf beigemischt. Das Gemisch wird dann anderen Teilen der Anlage zu deren Erhitzung zugeführt. Der größte Teil des verdichteten Wasserdampfes gelangt über

die Leitung 59 in die Leitungen 60 und 61. Ein Teil dieses Gemisches wird der unter dem höchsten Druck arbeitenden Verdampferzone 26 zugeführt, die dadurch mit Fremdwärme gespeist wird. Ein weiterer Teil des Dampfes wird in den unteren Bereich der Destillationskolonne 22 eingeleitet, in der er die Destillation der darin enthaltenen Lösung unterstützt. Eine kleine Menge des verdichteten Wasserdampfes wird über die Leitung 59 der Wasserfreidestillierstufe 47 zugeführt, um diese mit Wärme zu speisen. Die Destillation in der Wasserfreidestillierstufe 47 kann auch durch einen über die Leitung 68 abgezogenen Teil des Abdampfes der Turbine unterstützt werden.

In der vierten Verdampferzone 29 fällt ein Alkohol in hoher Konzentration enthaltender Strom 67 an, der über die Leitung 62 der Rückflußtrommel 63 zugeführt wird. An der Pumpe 64 wird der Alkoholstrom in zwei Teilströme mit einer Konzentration von etwa 95 Vol.% geteilt. Der eine Teilstrom wird über die Leitung 66 der Destillationskolonne 22 zugeführt. Der andere Teilstrom gelangt über die Leitung 65 in die Wasserfreidestillierstufe 47, in der im wesentlichen reiner Alkohol mit einer Konzentration von mindestens 99,5 % erhalten wird. Dieser wird im Sammelbehälter 69 gesammelt. Überschußwasser und Kondensat werden über die Leitung 70 von dem System abgezogen. Kopfdampf von der Wasserfreidestillierstufe 47 wird über die Leitung 57 der vierten Verdampferzone 29 zugeführt.

Von der unter dem niedrigsten Druck arbeitenden Verdampferzone 30 werden aus Wasserdampf bestehender Kopfdampf und Kondensat über die Leitung 40 bzw. 41 abgezogen und in der Trommel 42 gesammelt, von der Kondensat über die Leitung 45

abgezogen und in der Leitung 21 mit von dem Wärmeaustauscher 19 kommenden Kondensat vereinigt wird. Abgase werden von dem Systemmittels der Vakuumpumpe 44 über die Leitung 43 abgezogen.

In der unter dem niedrigsten Druck arbeitenden Verdampferzone 30 fällt als Rückstand eine Lösung von löslichen organischen Feststoffen an, die beispielsweise von Eiweißstoffen und Fetten bestehen. Diese Lösung wird über die Leitung 48 abgezogen und mit der lösliche Feststoffe enthaltenen Lösung vereinigt, die über den Förderer 50 und die Leitung 49 von der Trennstufe 15 kommt. Das Lösungsgemisch wird dann der Trocknungsstufe 51 zugeführt.

In der Figur 1 ist die Trocknungsstufe durch einen Dampfrohrtrockner mit mehreren Trocknerelementen dargestellt. Man kann auch mehrere hintereinandergeschaltete Trockner verwenden. Zur Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe muß der Trockner unter Druck arbeiten. Der mehrere Trocknerelemente enthaltende Trockner 51 wird mit Dampf unter einem Druck von 9,62 bis 12,84 bar, vorzugsweise von etwa 11,76 bar, geheizt. Dieser Dampf wird über die Leitung 56 von der Anzapf-Gegendruckturbine 39 zugeführt.

Der Trockner 51 muß unter einem höheren Druck arbeiten als der untere Bereich der Destillationskolonne 22. Gewöhnlich beträgt der Druck in dem Trockner 1,06 bis 4,99 bar, vorzugsweise 1,78 bis 3,92 bar.

Der in dem Trockner 51 anfallende Dampf wird über die Leitung 52 dem unteren Bereich der Destillationskolonne 22 zugeführt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Er-



findung wird ein Teil des angefallenen Dampfes über die Leitung 53 abgezweigt und zum Heizen der Wasserfreidestillierstufe 47 verwendet. Den Destilliereinrichtungen der Anlage kann Wärme in Form von Frischdampf oder von Aufkocherdampf zugeführt werden. In dem Trockner 51 fällt das Endprodukt getrocknete Getreideschlempe an, die über die Leitung 54 dem Sammelbehälter 55 zugeführt wird.

Durch die Anwendung des vorliegenden Verfahrens wird der Gesamtenergieaufwand, der zum Erzeugen eines Liters Alkohol erforderlich ist, auf 10 145 000 Joule herabgesetzt, was einer Energieeinsparung von mindestens 40 % gegenüber dem Stand der Technik entspricht, bei dem gewöhnlich 16 740 000 Joule pro Liter Alkohol benötigt werden.

Die Energieeinsparung ist in dem vorliegenden Verfahren darauf zurückzuführen, daß vorteilhafterweise 1.) pro Joule aufgewendete Verdichtungsenergie etwa 4,5 Joule wiedergewinnbare Dampfergie rückgewonnen werden, 2.) der thermodynamische Wirkungsgrad der Erzeugung des in der Anlage verwendeten Dampfes dadurch erhöht wird, daß der Dampf über eine Dampfturbine entspannt wird anstatt über einen üblichen Niederdruckdampfkessel oder eine Dampfentspannungseinrichtung, 3.) der Kühlwasserbedarf für die Destillation vermindert wird, weil das Kühlwasser im Verdampfer zurückgewonnen wird, 4.) die Destillationskolonnen unter einem niedrigeren Druck betrieben werden können, weil dieser Druck nicht zum Kondensieren und zum Rückgewinnen von Kondensationswärme benötigt wird, 5.) der Verbrauch von Dampfkondensat in der Anlage beträchtlich herabgesetzt wird, weil anstelle mit Frischdampf von einem Dampfkessel mit "schmutzigem" Dampf gearbeitet wird, der in der

Anlage umgewälzt wird und 6.) der Wirkungsgrad und der ersten Destillationskolonne und ihre unterbrechungsfreie Betriebszeit dadurch verbessert werden, daß die unlöslichen Feststoffe von der vergorenen Maische abgetrennt werden, ehe sie in die erste Destillationskolonne eingeleitet wird.

In dem nachstehenden Ausführungsbeispiel wird die Erzeugung von Äthanol beschrieben. Die Erfindung ist jedoch allgemein auf die Erzeugung von Alkoholen anwendbar.

#### Ausführungsbeispiel

Durch Kochen und Vergären wurde eine verdünnte wässrige Trübe erhalten, die 106 450 kg/h Wasser, 10 730 kg/h lösliche und unlösliche organische Stoffe und 7690 kg/h Äthanol enthielt. Durch Zentrifugieren und Pressen der Trübe wurde eine Fraktion erhalten, die 100 860 kg/h Wasser, 7560 kg/h vorwiegend lösliche organische Stoffe und 7283 kg/h Äthanol enthielt. Diese Lösung wurde vor ihrem Einleiten in die erste Destillationskolonne auf eine Temperatur von 66° C erhitzt. Die Kolonne wurde bei einer Temperatur von 122° C und unter einem Druck von 2,14 bar betrieben.

Der Rückstand der Kolonne bestand aus einer Lösung von löslichen organischen Stoffen. Ein Teil des Rückstandes wurde zu der Koch- und der Gärstufe zurückgeführt. Der restliche Rückstand mit 93 060 kg/h Wasser und 5660 kg/h löslichen organischen Stoffen wurde der unter dem höchsten Druck arbeitenden Zone eines Mehrfachverdampfers mit fünf Verdampferzonen zugeführt. Diese Zone arbeitete bei einer Temperatur von 111° C und unter einem Druck von 1,43 bar. Wasserdampf und Kondensat wurden dann der nächsten Zone des Verdampfers zugeführt, die bei einer Temperatur von

101° C und unter einem Druck von 1,06 bar arbeitete. Dieser Vorgang wiederholte sich für die nachgeschalteten Verdampferzonen.

Die dritte Verdampferzone arbeitete bei einer Temperatur von 88° C und unter einem Druck von 0,67 bar und gab Wasserdampf und Kondensat an eine zweistufige vierte Zone ab, die bei einer Temperatur von 77° C und unter einem Druck von 0,43 bar arbeitete. Diese Zone erhielt überschüssigen Wasserdampf in Form des Kopfdampfes von der ersten Destillationskolonne, deren oberer Bereich bei einer Temperatur von 88° C und unter einem Druck von 1,71 bar arbeitete. Von der vierten Verdampferzone wurde 28420 kg/h überschüssiger Niederdruckwasserdampf abgezogen, von dem 21 340 kg/h dem Rückverdichter zugeführt und in diesem auf einen Druck von 2,35 bar rückverdichtet wurden. Der verdichtete Wasserdampf wurde mit in dem System verwendeten Kühlwasser vereinigt. 640 kg/h verdichteter Wasserdampf wurden der Wasserfreidestillierstufe zugeführt, der Rest der unter dem höchsten Druckarbeitenden Verdampferzone (5690 kg/h) und dem unteren Bereich der ersten Destillationskolonne (18 790 kg/h). 7080 kg/h Niederdruck-Wasserdampf wurde in einem Wärmeaustauscher zum Aufheizen der vergorenen Maische vor ihrem Eintritt in die erste Destillationskolonne verwendet.

Von der vierten Verdampferzone wurde ein Äthanolstrom mit einer Äthanolkonzentration von 95 % einer Rückflusstrommel zugeführt. Der größte Teil dieses Äthanolstroms (7530 kg/h Äthanol und 560 kg/h Wasser) wurde zur weiteren Reinigung der Wasserfreidestillierstufe zugeleitet, der Rest als Rückfluß zu der ersten Destillationskolonne.

In der letzten Verdampferzone wurden bei einer Temperatur von  $49^{\circ}\text{C}$  und einem Druck von 0,12 bar Wasserdampf als Kopfdampf und Kondensat in einer Menge von 61 830 kg/h abgezogen. Der in dieser Zone anfallende Rückstand bestand aus 8490 kg/h Wasser und 5660 kg/h löslichen Feststoffen und wurde mit der in der Trennstufe erhaltenen Fraktion vereinigt, welche die unlöslichen Stoffe enthielt und aus 5590 kg/h Wasser, 3170 kg/h unlöslichen Stoffen und 404 kg/h Äthanol bestand.

Der vereinigte Strom wurde einem Dampfrohr Trockner zugeführt, der mit Dampf unter einem Druck von 11,76 bar geheizt wurde. Dieser Dampf wurde in einer Menge von 16 830 kg/h einer Gegendruck-Dampfturbine entnommen. Der Trockner arbeitete unter einem Druck von 2,35 bar. In dem Trockner fiel getrocknete Getreideschlempe an, die 980 kg/h Wasser, 8830 kg/h organische Feststoffe und 25 kg/h Äthanol enthielt.

Von dem Trockner wurde unter einem Druck von 2,35 bar stehender Wasserdampf abgezogen, der 13 100 kg/h Wasser und 379 kg/h Äthanol enthielt und dem unteren Bereich der ersten Destillationskolonne zugeführt wurde. Es kann zweckmäßig sein, einen Teil dieses Stroms zu der Wasserfreigestillierstufe abzuzweigen.

Unter den vorstehend angegebenen Verfahrensbedingungen fiel in der Wasserfreigestillierstufe ein Äthanolprodukt an, das aus 7500 kg/h Äthanol und 38 kg/h Wasser bestand, ferner in einer Menge von 514 kg/h ein Rückstand aus Ablaufwasser und Kondensat.

20

Leerseite

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

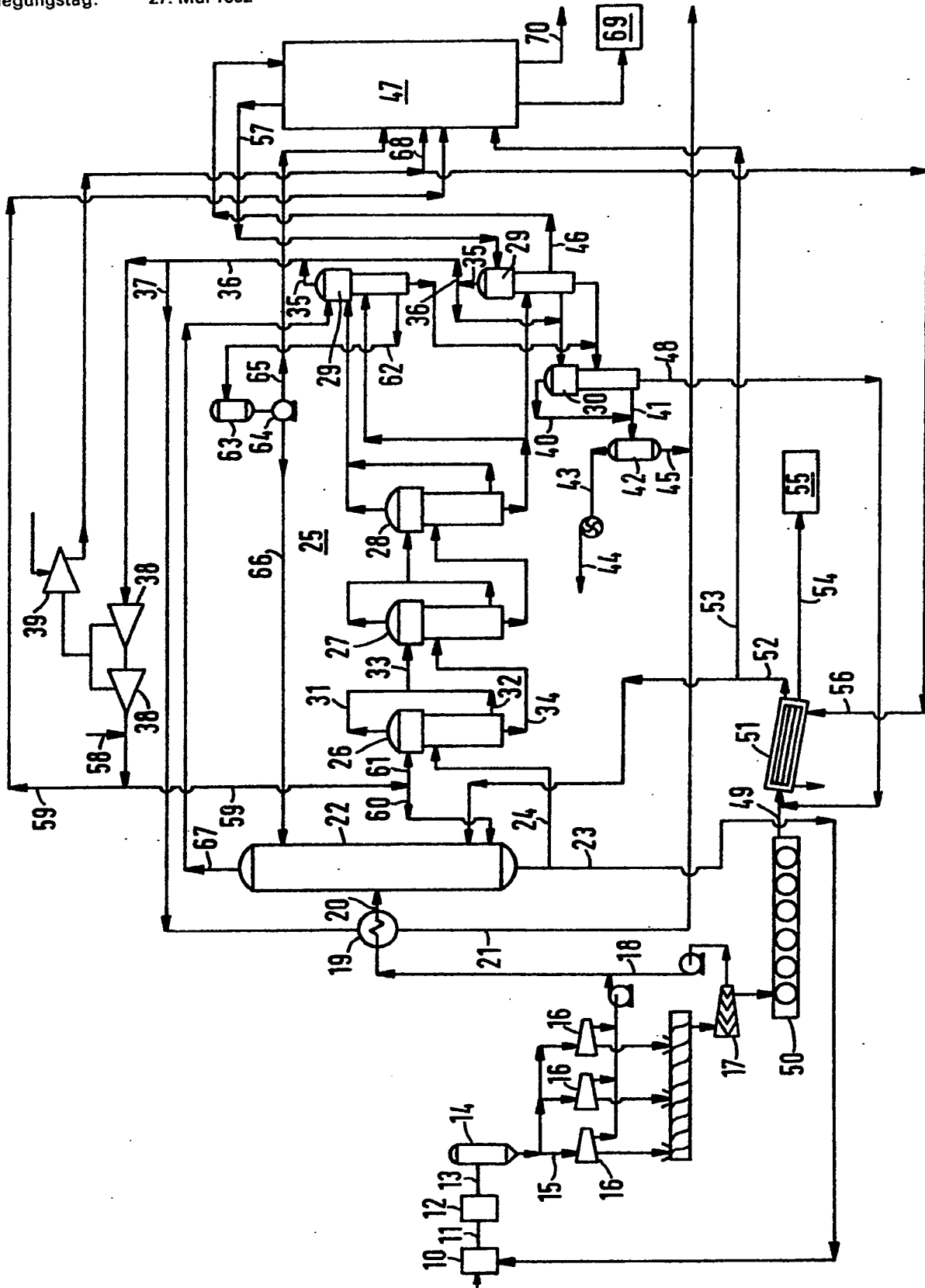
26.1.82

NA 3-15-284

Nummer: 3115289  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: C12F 1/00  
 Anmeldetag: 15. April 1981  
 Offenlegungstag: 27. Mai 1982






21

1/1



**Publication number:** DE3115289  
**Publication date:** 1982-05-27  
**Inventor:** DAHLSTROM RODNEY A (US); RUBIN JACOB N (US)  
**Applicant:** STONE & WEBSTER ENG CORP (US)  
**Classification:**  
- **international:** B01D1/26; B01D3/00; B01D3/14; B01D1/26; B01D3/00; B01D3/14; (IPC1-7): C12F1/00  
- **european:** B01D1/26; B01D3/00A; B01D3/14B4  
**Application number:** DE19813115289 19810415  
**Priority number(s):** US19800141256 19800417

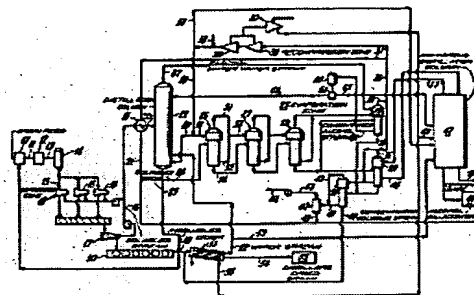
**Also published as:**

 US4309254 (A1)  
 GB2074036 (A)  
 FR2480783 (A1)  
 CU21475 (A3)  
 PT72864 (B)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE3115289  
Abstract of corresponding document: **US4309254**

A process for the production of alcohol from a fermented feed wherein insoluble organic matter is separated prior to entry into a first distillation column. The insoluble organic matter is dried under pressure to produce dried distillers grain and wherein excess vapor is removed from the drying zone to provide heat to the distillation system. The present process also includes removing excess water vapor from the evaporation zone, obtained from supplemental heating supplied by the overhead from said first distillation column, compressing said water vapor, and recycling it to the distillation columns and the evaporation zone.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**